

PATENT

Customer No.31561  
Docket No.: 9245-US-PA



**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of

Applicant : Tsung-Hua Wu et al.  
Application No. : 10/604,324  
Filed : July 11, 2003  
For : METHOD OF FORMING BUMPS  
Examiner :

---

COMMISSIONER FOR PATENTS  
2011 South Clark Place  
Crystal Plaza Two, Lobby, Room 1B03  
Arlington VA 22202

Dear Sirs:

Transmitted herewith is a certified copy of Taiwan Application No.:91115993,  
filed on:2002/07/18.

A return prepaid postcard is also included herewith.

Respectfully Submitted,  
JIANQ CHYUN Intellectual Property Office

Dated: August 20, 2003

By: Belinda Lee  
Belinda Lee  
Registration No.: 46,863

**Please send future correspondence to:**  
**7F.-1, No. 100, Roosevelt Rd.,**  
**Sec. 2, Taipei 100, Taiwan, R.O.C.**  
**Tel: 886-2-2369 2800**  
**Fax: 886-2-2369 7233 / 886-2-2369 7234**



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS  
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，  
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this  
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2002 年 07 月 18 日  
Application Date

申請案號：091115993  
Application No.

申請人：日月光半導體製造股份有限公司  
Applicant(s)

局長

Director General

蔡練生

發文日期：西元 2003 年 7 月 24 日  
Issue Date

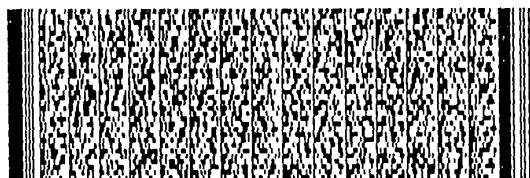
發文字號：09220746250  
Serial No.

申請日期：	案號：
類別：	

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書


一、 發明名稱	中文	凸塊製程
	英文	Bumping Process
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 吳宗樺 2. 黃敏龍 3. 李士璋 4. 方仁廣
	姓名 (英文)	1. Tsung-Hua Wu 2. Min-Lung Huang 3. Shih-Chang Lee 4. Jen-Kuang Fang
	國籍	1. 中華民國 2. 中華民國 3. 中華民國 4. 中華民國
	住、居所	1. 高雄縣鳥松鄉鳥松村中正路46巷16之5號 2. 高雄市三民區鼎勇街33巷2弄8號10樓 3. 高雄縣大社鄉民治路43號 4. 屏東縣新園鄉港西村南進路67號
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 日月光半導體製造股份有限公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. Advanced Semiconductor Engineering, Inc.
	國籍	1. 中華民國
	住、居所 (事務所)	1. 高雄市楠梓加工出口區經三路26號
	代表人 姓名 (中文)	1. 張虔生
	代表人 姓名 (英文)	1. Chien-Sheng Chang



申請日期：	案號：
類別：	

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

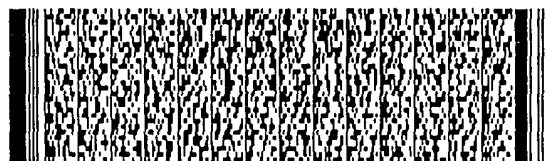
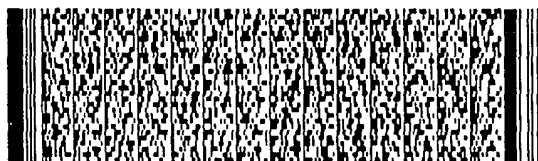
一、 發明名稱	中文	
	英文	
二、 發明人	姓名 (中文)	5. 葉勇誼
	姓名 (英文)	5. Yung-I Yeh
	國籍	5. 中華民國
	住、居所	5. 高雄市楠梓區後昌路860巷26之1號
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	
	姓名 (名稱) (英文)	
	國籍	
	住、居所 (事務所)	
	代表人 姓名 (中文)	
	代表人 姓名 (英文)	
		

四、中文發明摘要 (發明之名稱：凸塊製程)

一種凸塊製程，用以製作多個凸塊於一晶圓上，而晶圓具有一主動表面，且晶圓還具有一保護層及多個接點，均配置在晶圓之主動表面上，保護層暴露出接點。其先形成一球底金屬層到晶圓之主動表面上，覆蓋接點及保護層。接著，圖案化球底金屬層，而僅殘留位在接點上的球底金屬層。之後，形成一光阻到晶圓之主動表面上，並且光阻具有多個開口，暴露出球底金屬層。接著，填入助焊劑到開口中，然後再填入多個焊塊到開口中。接下來，進行一迴焊製程，使焊塊分別與球底金屬層接合，最後將助焊劑清除及將光阻去除。

英文發明摘要 (發明之名稱：Bumping Process)

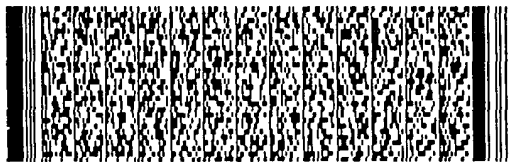
A bumping process is fitted for fabricating many bumps on a wafer. The wafer is provided with an active surface where there are provided with a passivation layer and many contact pads. The passivation layer exposes the contact pads. The bumping process is first to form an UBM layer onto the active surface of the wafer and the UBM layer covers the passivation layer and the contact pads. Subsequently, the UBM layer is patterned and only remained the UBM layer positioned on the contact



四、中文發明摘要 (發明之名稱：凸塊製程)

英文發明摘要 (發明之名稱：Bumping Process)

pads. Next, a photoresist is formed onto the active surface layer of the wafer and the photoresist has many openings exposing the UBM layer. Afterward, a flux is filled into the openings and then many solder lumps are filled into the openings respectively. Subsequently, a reflow process is performed to joint the solder lumps with the UBM layer. Finally, the flux and the photoresist are removed.



本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

無

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

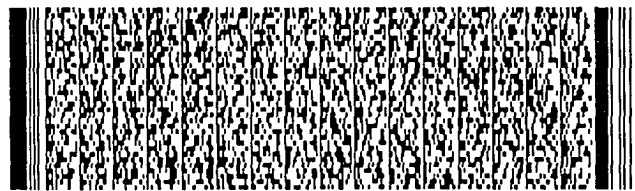
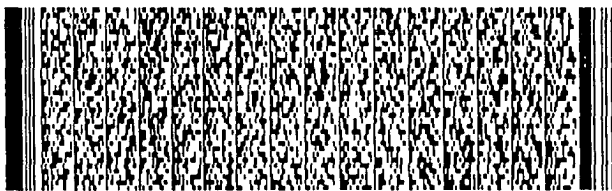
無

## 五、發明說明 (1)

本發明是有關於一種凸塊製程，且特別是有關於一種高品質且適合高密度封裝的凸塊製成。

在現今資訊爆炸的社會，電子產品遍佈於日常生活中，無論在食衣住行育樂方面，都會用到積體電路元件所組成的產品。隨著電子科技不斷地演進，功能性更複雜、更人性化的產品推陳出新，就電子產品外觀而言，也朝向輕、薄、短、小的趨勢設計，因此在半導體構裝技術上，開發出許多高密度半導體封裝的形式。而透過覆晶封裝(Flip Chip)技術可以達到上述的目的，由於覆晶晶片的封裝係形成多個凸塊於晶片的焊墊上，而透過凸塊直接與基板(Substrate)電性連接，相較於打線(wire bonding)及軟片自動貼合(TAB)方式，覆晶的電路路徑較短，具有甚佳的電性品質；而覆晶晶片亦可以設計成晶背裸露的形式，而提高晶片散熱性。基於上述原因，覆晶晶片封裝普遍地應用於半導體封裝產業中。

第1圖至第5圖繪示習知凸塊製程對應於晶圓表層凸塊部份之剖面放大示意圖。請先參照第1圖，首先提供一晶圓110，晶圓110具有一主動表面112，而晶圓110還具有一保護層114及多個接點116(僅繪示出其中的一個)，均配置在晶圓110之主動表面112上，並且保護層114會暴露出接點116。接下來，形成一球底金屬層120(Under Bump Metallurgy, UBM)到晶圓110的主動表面112上，之後再利用微影蝕刻的方式，圖案化球底金屬層120，使得僅有殘留位在接點116上的球底金屬層120。

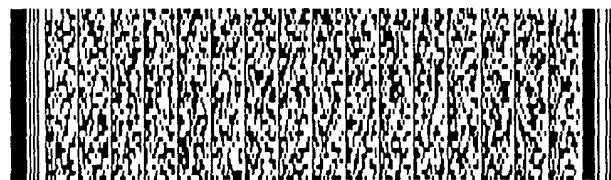
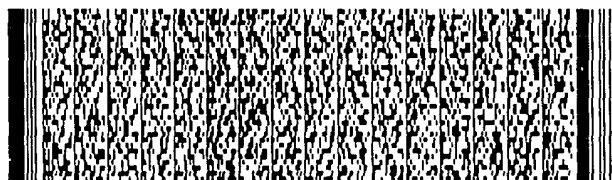




## 五、發明說明 (2)

請參照第2圖，接下來以旋塗的方式，將一光阻130塗佈於晶圓110的主動表面112上，然後再透過微影的製程，使得光阻130會形成多個開口132(僅繪示出其中的一個)，而開口132會暴露出球底金屬層120。接下來，會以印刷的方式，使錫膏(solder paste)140填入光阻130之開口132中，而形成如第3圖所示的樣式，其中錫膏140包括金屬粒子(solder powder)及助焊劑(flux)，助焊劑主要係由松香(rosin)、膠料、活性劑、及其他溶劑所組成。然後，再透過迴焊的步驟，使得錫膏140中的金屬粒子聚集在一起，形成球狀的焊塊150，如第4圖所示，其中焊塊150係形成在球底金屬層120上，而助焊劑會於迴焊過程中先流動到焊塊150的表面再氣化掉。之後，再利用一液體將殘留之助焊劑清除掉。最後，再將光阻130從晶圓110的主動表面112上去除，而形成如第5圖所示的樣式。如此，凸塊160便製作完成，其中凸塊160係由焊塊150及球底金屬層120所構成。

在上述的製程中，由於是以印刷的方式，塗上錫膏140到光阻130之開口132中，然而在印刷的過程中，錫膏140往往不會填滿於光阻130的開口132中，並且錫膏140中的金屬粉末與助焊劑之間的配比係難以定量，如此經迴焊後所形成的焊塊150，其在高度及尺寸上具有甚大的差異，因此造成凸塊不共平面(non-coplanarity)現象，嚴重影響覆晶接合的可靠度與困難性。或者當光阻130之開口132的尺寸一致性不高時，其所填入到每一開口132之錫



### 五、發明說明 (3)

膏140的容量亦有甚大的變異性，如此經迴焊後所形成的焊塊150，在高度及尺寸上亦會具有甚大的差異性。

此外，由於助焊劑於迴焊過程中並沒有完全地跑到焊塊150的表面，而殘留在焊塊150內，使得焊塊150於迴焊完畢後會有空孔產生於其內。當焊塊150中有空孔產生時，焊塊150的實際截面積減少，且流經焊塊150之電流密度增加，導致電致遷移(electromigration)現象，並引致斷路之問題。

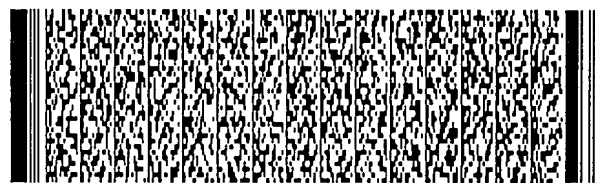
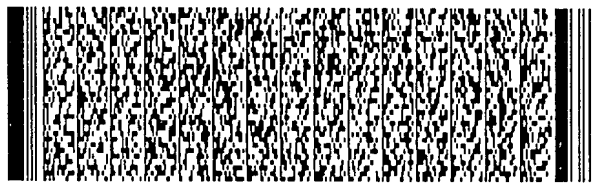
另外，由於錫膏140的組成除了金屬粒子外還有助焊劑，因此在進行迴焊製程之後，所形成之焊塊150的體積會比印刷到開口132內之錫膏140的體積小很多，故為了使焊塊150達到所允許的高度及體積，形成光阻130之厚度必須要甚厚，而光阻130之開口132亦必須要甚大，如此焊塊150之間的間距會做得甚寬，而無法配合高密度的封裝。

再者，當錫膏140印刷到光阻130的開口132內之後，若是錫膏140僅形成在開口132之上部，且錫膏140與球底金屬層120之間呈現懸空的狀態，此時甚難從外觀上判斷出錫膏140實際上並未與球底金屬層120接觸，當在迴焊之後，便會造成未形成焊塊(missing bump)的情況產生。

因此本發明的目的之一就是在提供一種凸塊製程，可以減少每一焊塊在高度及尺寸上的差異性。

本發明的目的之二就是在提供一種凸塊製程，可以減少焊塊內空孔的產生。

本發明的目的之三就是在提供一種凸塊製程，可以



#### 五、發明說明 (4)

縮減焊塊之間的間距，以配合高密度的封裝。

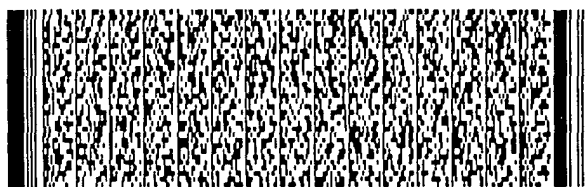
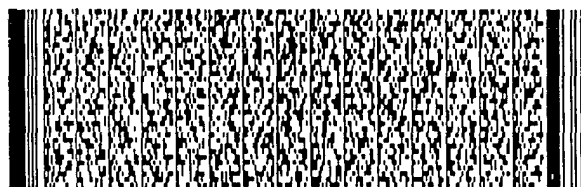
本發明的目的之四就是在提供一種凸塊製程，可以降低未形成焊塊(missing bump)的情況產生。

在敘述本發明之前，先對空間介詞的用法做界定，所謂空間介詞"上"係指兩物之空間關係係為可接觸或不可接觸均可。舉例而言，A物在B物上，其所表達的意思係為A物可以直接配置在B物上，A物有與B物接觸；或者A物係配置在B物上的空間中，A物沒有與B物接觸。

為達成本發明之上述和其他目的，提出一種凸塊製程，用以製作多個凸塊於一晶圓上，而晶圓具有一主動表面，且晶圓還具有一保護層及多個接點，均配置在晶圓之主動表面上，保護層暴露出接點，而本發明之凸塊製程係先形成一球底金屬層到晶圓之主動表面上，覆蓋接點及保護層。接著，圖案化球底金屬層，而僅殘留位在接點上的球底金屬層。之後，形成一光阻到晶圓之主動表面上，並且光阻具有多個開口，暴露出球底金屬層。接著，填入助焊劑到開口中，然後再填入多個焊塊到開口中。接下來，進行一迴焊製程，使焊塊分別與球底金屬層接合，最後將助焊劑清除及將光阻去除。

依照本發明的一較佳實施例，其中焊塊的材質可以是錫鉛合金、無鉛合金，而無鉛焊塊的材質包括錫、金、銀、銅、鎂、鈹、銻、銻、鋅或上述金屬所組合而成的合金。此外，接點的主成分材質可以是銅或鋁。

綜上所述，本發明之凸塊製程，由於焊塊係在填入



## 五、發明說明 (5)

到光阻的開口內之前，便已製作完成，因此焊塊的內部組成及顆粒大小可以精密地控制，如此便可使焊塊內產生空孔的機率降到最低，以大幅提高焊塊與球底金屬層之間的接合可靠度。另外，由於焊塊的顆粒大小可以精密地控制，故在迴焊製程之後，焊塊接合到球底金屬層上，其每一焊塊的高度具有甚高的一致性。此外，由於在光阻之開口的設計上，其形成開口的尺寸並不必須很大，只要能將焊塊放入到開口中即可，故可以大幅縮減開口的尺寸，同時焊塊之間的間距亦可以做得甚小，以配合高密度的封裝。再者，如果焊塊不慎未填入到光阻之開口中，不但可以很容易地檢測出來，並且可以很方便地將一個焊塊放入到不慎未填入焊塊的開口中。如此在迴焊之後，會減少造成未形成焊塊的情況。

為讓本發明之上述和其他目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉一較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

圖式之標示說明：

110：晶圓

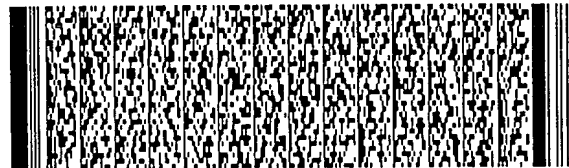
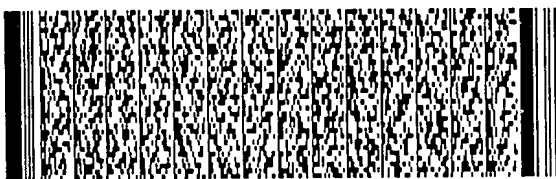
112：主動表面

114：保護層

116：接點

120：球底金屬層

130：光阻

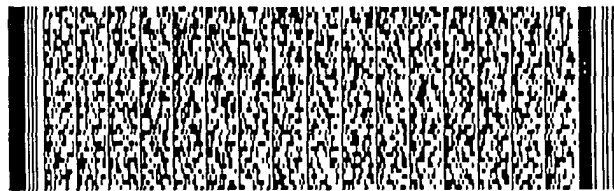


## 五、發明說明 (6)

- 132 : 開口
- 140 : 錫膏
- 150 : 焊塊
- 160 : 凸塊
- 210 : 晶圓
- 212 : 主動表面
- 214 : 保護層
- 216 : 接點
- 220 : 球底金屬層
- 230 : 光阻
- 232 : 開口
- 240 : 助焊劑
- 250 : 焊塊
- 260 : 凸塊

### 實施例

第6圖至第11圖繪示依照本發明一較佳實施例之凸塊製程對應於晶圓表層凸塊部份之剖面放大示意圖。請先參照第6圖，首先提供一晶圓210，晶圓210具有一主動表面212，而晶圓210還具有一保護層214及多個接點216(僅繪示出其中的一個)，均配置在晶圓210之主動表面212上，並且保護層214會暴露出接點216，其中接點216的材質比如是鋁或銅。接下來，形成一球底金屬層220(Under Bump Metallurgy, UBM) 到晶圓210的主動表面212上，一般球

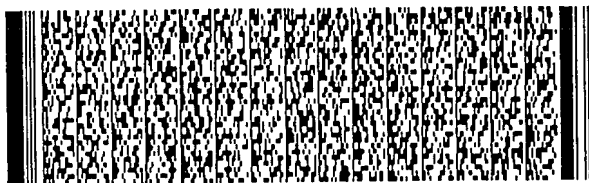
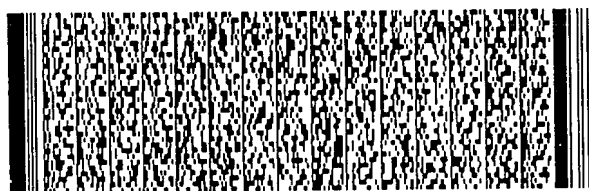


#### 五、發明說明 (7)

底金屬層220可以分為三層，比如分別是黏著層(adhesive layer)、阻障層(barrier layer)及潤濕層(wetting layer)。之後，再利用微影蝕刻的方式，圖案化球底金屬層220，使得僅有殘留位在接點216上的球底金屬層220。其中球底金屬層220的詳細結構可以參照中華民國發明專利第91106694號及中華民國發明專利第91103733號。

請參照第7圖，接下來以旋塗的方式，將一光阻230，塗佈於晶圓210的主動表面212上，然後再透過微影的製程，使得光阻230會形成多個開口232(僅繪示出其中的一個)，而開口232會暴露出球底金屬層220。然而本發明並非僅限定於使用光阻，亦可以是其他的高分子聚合物，比如在一高分子聚合物上形成多個開口，然後再將此高分子聚合物貼合到晶圓上，使得開口暴露出球底金屬層，亦即會暴露出欲形成凸塊之處。

接下來，會以旋塗或噴灑的方式，塗上助焊劑240到光阻230之開口232中，而助焊劑240會流到球底金屬層220上，形成如第8圖所示的樣式。然後，再利用一機具(未繪示)將多個焊塊250置放到光阻230之開口232中，形成如第9圖所示的樣式，其中焊塊250比如是球狀的樣式，而焊塊250的材質可以是錫鉛合金、錫、金或其他無鉛合金，其中無鉛焊塊主要係由錫、金、銀、銅、鎂、鈹、銻、銻及鋅等金屬元素所組成的二元(Binary)合金、三元(Ternary)合金、或四元(Quaternary)合金所配製而成。



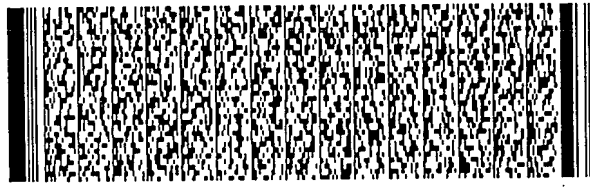
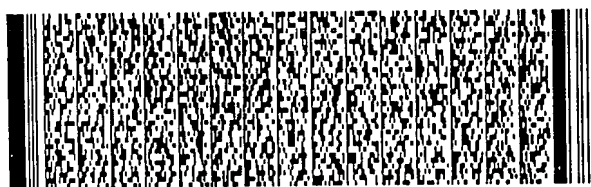
## 五、發明說明 (8)

接著再透過迴焊的步驟，藉由助焊劑240去除金屬表面之氧化物，以使焊塊250能與球底金屬層220緊密地接合，形成如第10圖所示的樣式。之後，再利用一液體，如酸液將助焊劑240從焊塊250的表面清除掉。最後，再將光阻230從晶圓210的主動表面212上去除，而形成如第11圖所示的樣式。如此，凸塊260便製作完成，其中凸塊260係由焊塊250及球底金屬層220所構成。

在上述的製程中，由於焊塊250係在填入到光阻230的開口232內之前，便已製作完成，因此焊塊250的內部組成成分及顆粒大小可以精密地控制。例如焊塊250可以藉由熔融態之鉛錫以噴射方式形成，使得每個焊塊250成分及大小一致，且不會有空孔存在，故可大幅提高焊塊250與球底金屬層220之間的接合可靠度。除此之外，由於焊塊250的顆粒大小可以精密地控制，故在迴焊製程之後，焊塊250接合到球底金屬層220上，其每一焊塊250的高度具有甚高的一致性。

另外，在光阻230之開口232的設計上，其形成開口232的尺寸並不必須很大，只要能將焊塊250放入到開口232中即可，故可以大幅縮減開口232的尺寸，同時焊塊250之間的間距亦可以做得甚小，以配合高密度的封裝。

再者，在迴焊之前，如果焊塊250不慎未填入到光阻230之開口232中，不但可以很容易地檢測出來，並且可以很方便地將一個焊塊250放入到不慎未填入焊塊250的開口232中。如此在迴焊之後，會減少造成未形成焊塊



## 五、發明說明 (9)

(missing bump) 的情況。

此外，本發明之凸塊並非僅限於直接製作在晶圓之主動表面上，亦可以在晶圓上製作完重配置線路層 (redistribution layer) 之後，再將凸塊製作到重配置線路層上，重配置線路層的製作，乃為熟習該項技藝者應知，在此便不再加以贅述。

綜上所述，本發明至少具有下列優點：

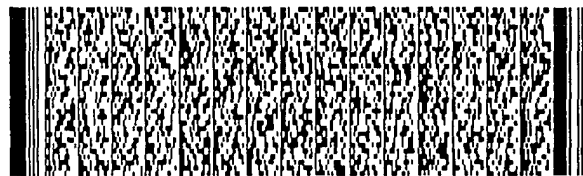
1. 本發明之凸塊製程，由於焊塊係在填入到光阻的開口內之前，便已製作完成，因此焊塊的內部組成成分及顆粒大小可以精密地控制，且避免焊塊內存在空孔之問題，以大幅提高焊塊與基板之間及焊塊與球底金屬層之間的接合可靠度。

2. 本發明之凸塊製程，由於焊塊的顆粒大小可以精密地控制，故在迴焊製程之後，焊塊接合到球底金屬層上，其每一焊塊的高度具有甚高的一致性。

3. 本發明之凸塊製程，由於在光阻之開口的設計上，其形成開口的尺寸並不必須很大，只要能將焊塊放入到開口中即可，故可以大幅縮減開口的尺寸，同時焊塊之間的間距亦可以做得甚小，以配合高密度的封裝。

4. 本發明之凸塊製程，在迴焊之前，如果焊塊不慎未填入到光阻之開口中，不但可以很容易地檢測出來，並且可以很方便地將一個焊塊放入到不慎未填入焊塊的開口中。如此在迴焊之後，會減少造成未形成焊塊的情況。

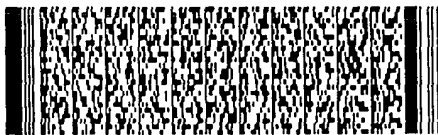
雖然本發明已以一較佳實施例揭露如上，然其並非





五、發明說明 (10)

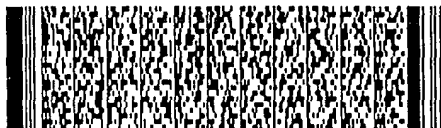
用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。



圖式簡單說明

第1圖至第5圖繪示習知凸塊製程對應於晶圓表層凸塊部份之剖面放大示意圖。

第6圖至第11圖繪示依照本發明一較佳實施例之凸塊製程對應於晶圓表層凸塊部份之剖面放大示意圖。



## 六、申請專利範圍

1. 一種凸塊製程，用以製作複數個凸塊於一晶圓上，而該晶圓具有一主動表面，且該晶圓還具有一保護層及複數個接點，均配置在該晶圓之該主動表面上，該保護層暴露出該些接點，該凸塊製程包括：

形成一球底金屬層到該晶圓之該主動表面上，覆蓋該些接點及該保護層；

圖案化該球底金屬層，僅殘留位在該些接點上的該球底金屬層；

形成一高分子聚合物到該晶圓之該主動表面上，並且該高分子聚合物具有複數個開口，暴露出該球底金屬層；

填入一助焊劑到該些開口中；

填入複數個焊塊到該些開口中；

進行一迴焊製程，使該些焊塊分別與該球底金屬層接合；以及

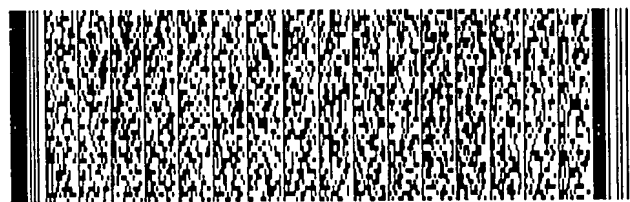
清除該助焊劑及去除該高分子聚合物。

2. 如申請專利範圍第1項所述之凸塊製程，其中該高分子聚合物係為光阻。

3. 如申請專利範圍第1項所述之凸塊製程，其中該高分子聚合物係以旋塗的方式形成到該晶圓之該主動表面上。

4. 如申請專利範圍第1項所述之凸塊製程，其中該些焊塊的材質係為錫鉛合金。

5. 如申請專利範圍第1項所述之凸塊製程，其中該些



#### 六、申請專利範圍

焊塊的材質係為無鉛合金。

6. 如申請專利範圍第5項所述之凸塊製程，其中該些焊塊的材質係選自於由錫、金、銀、銅、鎂、鈹、銻、銻及鋅等之組合及該等之合金所組成族群中的一種材質。

7. 如申請專利範圍第1項所述之凸塊製程，其中該些接點的主成分材質係選自於由銅及鋁所組成之族群中的一種材質。

8. 如申請專利範圍第1項所述之凸塊製程，其中該高分子聚合物係以貼合的方式形成到該晶圓之該主動表面上。

9. 一種凸塊製程，用以製作至少一凸塊於一接點上，該凸塊製程包括：

形成一助焊劑到該接點上；

配置一焊塊到該助焊劑上；

進行一迴焊製程，使該焊塊與該接點互相固定住；

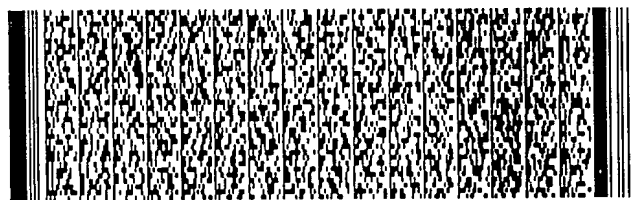
以及

清除該助焊劑。

10. 如申請專利範圍第9項所述之凸塊製程，其中在形成該助焊劑之前，還形成一球底金屬層到該接點上，而該助焊劑係形成在該球底金屬層上。

11. 如申請專利範圍第9項所述之凸塊製程，其中該些焊塊的材質係為錫鉛合金。

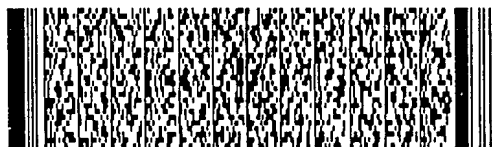
12. 如申請專利範圍第9項所述之凸塊製程，其中該些焊塊的材質係為無鉛合金。

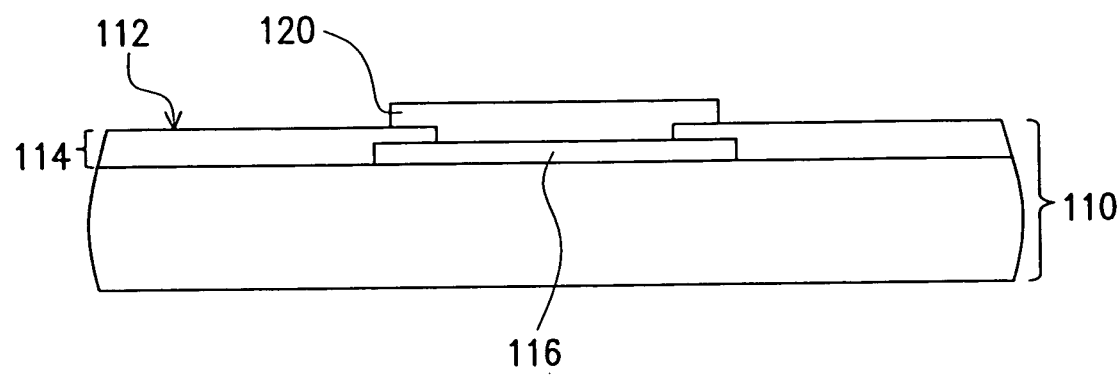


#### 六、申請專利範圍

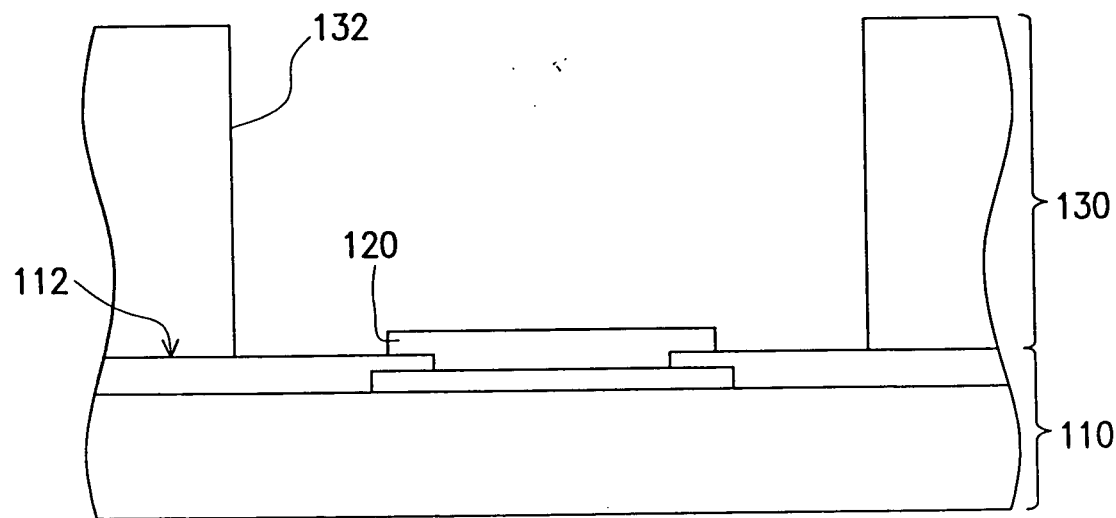
13. 如申請專利範圍第12項所述之凸塊製程，其中該些焊塊的材質係選自於由錫、金、銀、銅、鎂、鈹、銻、銻及鋅等之組合及該等之合金所組成族群中的一種材質。

14. 如申請專利範圍第9項所述之凸塊製程，其中該些接點的主成分材質係選自於由銅及鋁所組成之族群中的一種材質。



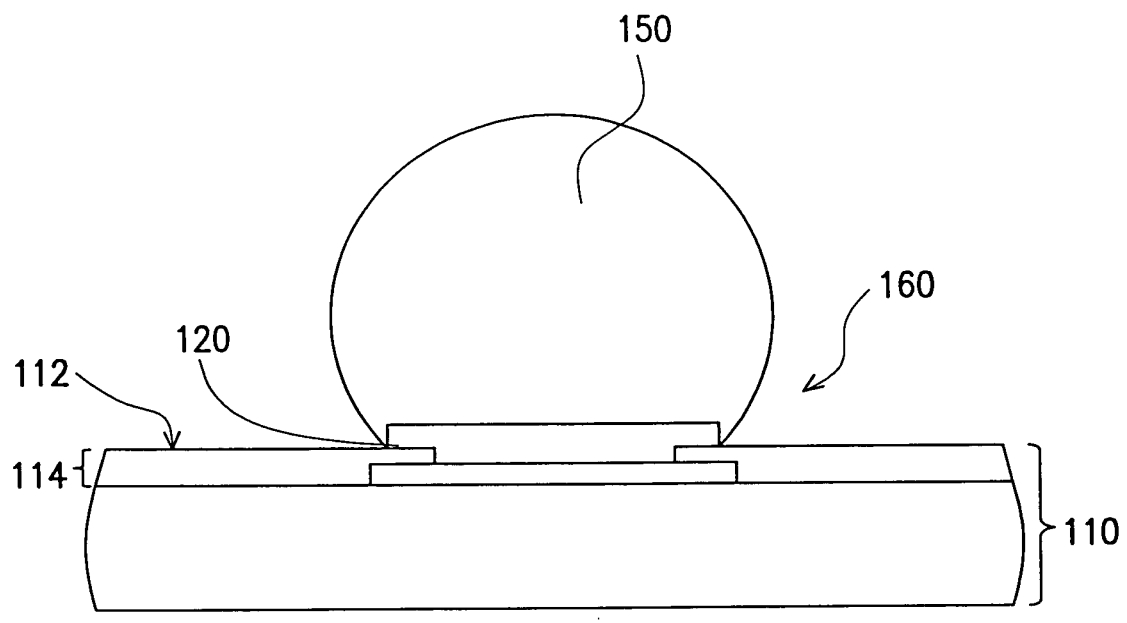


第 1 圖



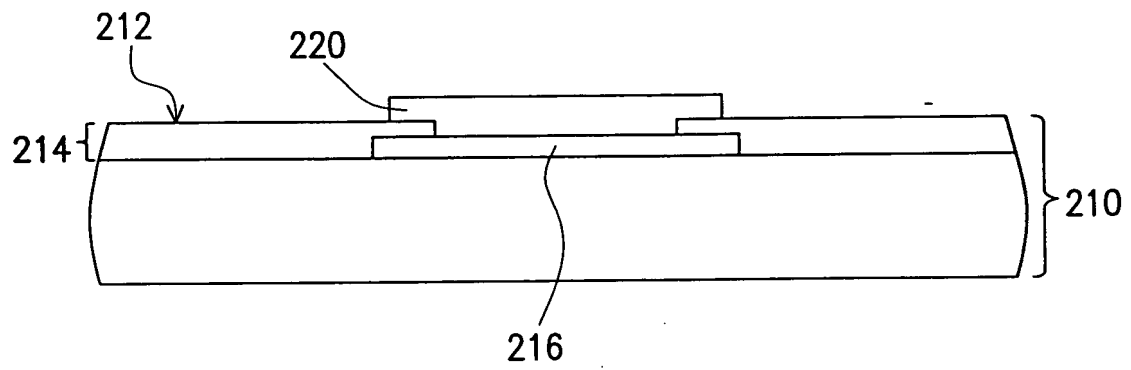
第 2 圖



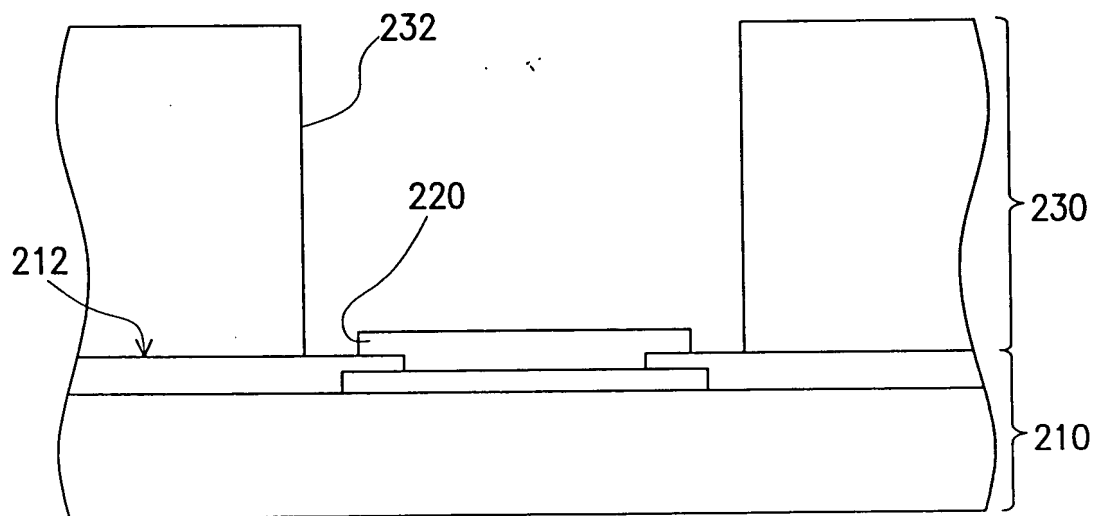


第 5 圖

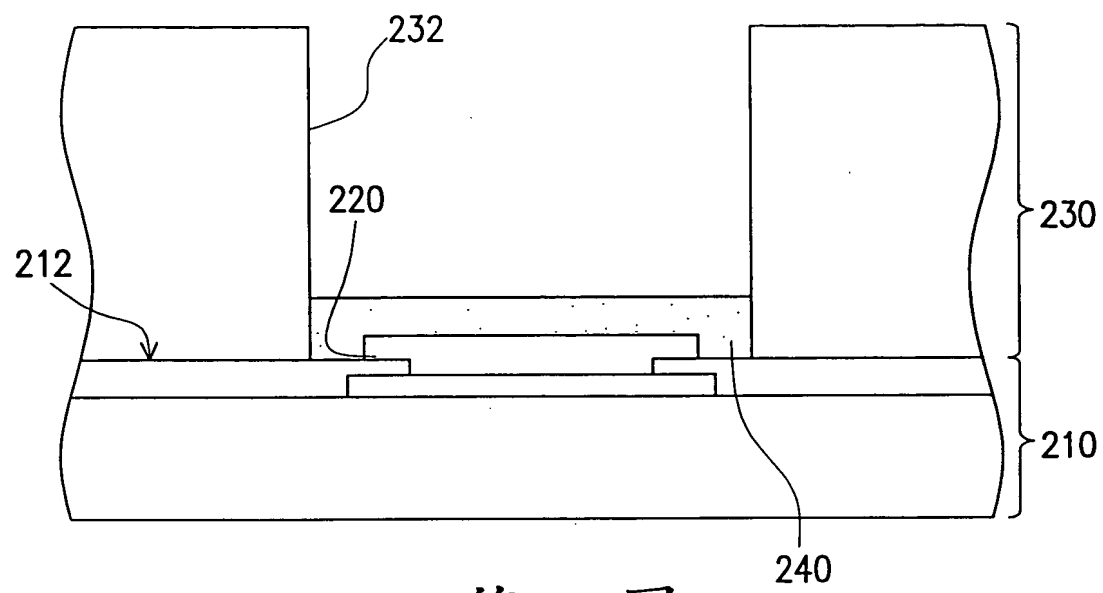




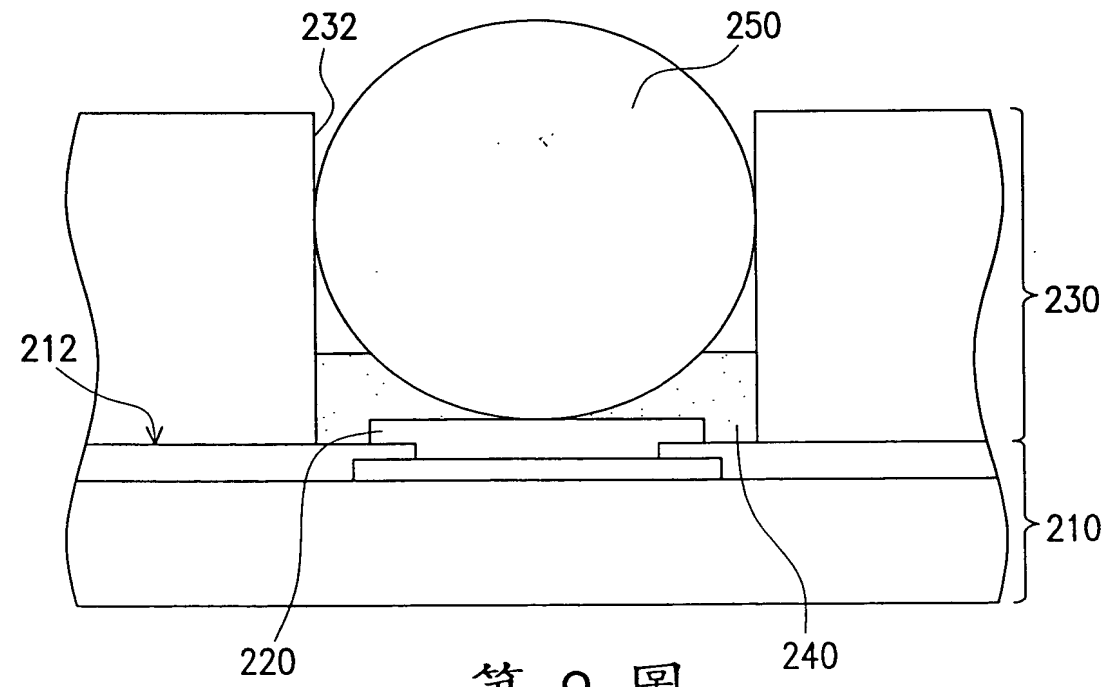
第 6 圖



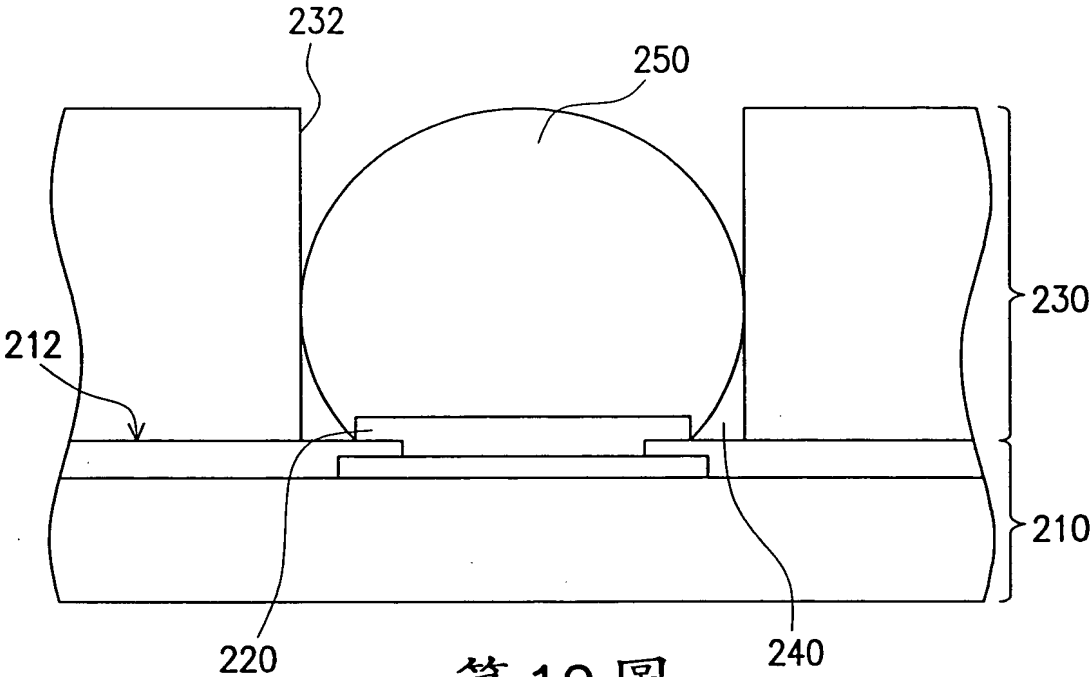
第 7 圖



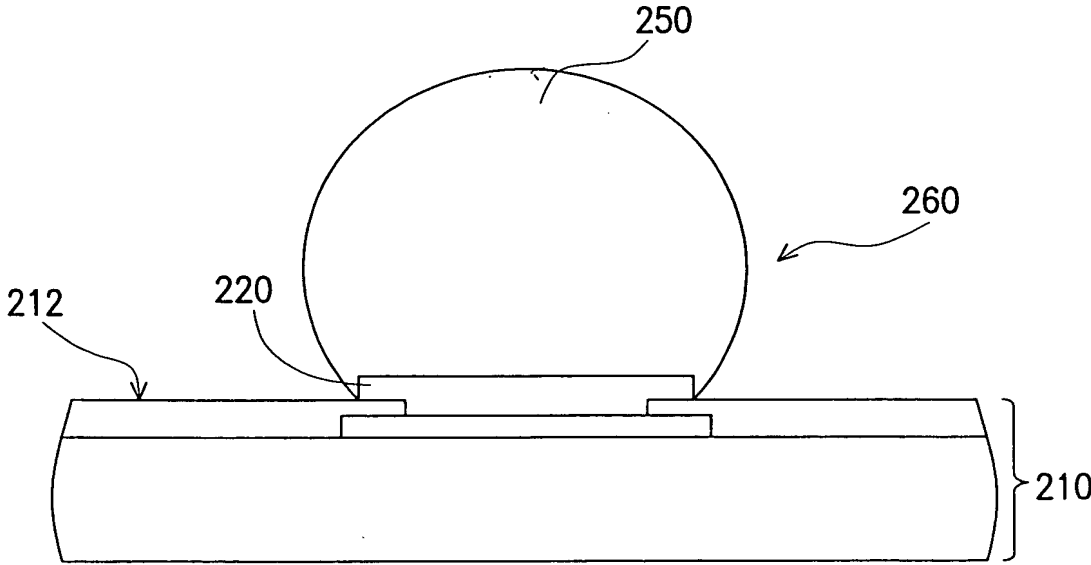
第 8 圖



第 9 圖

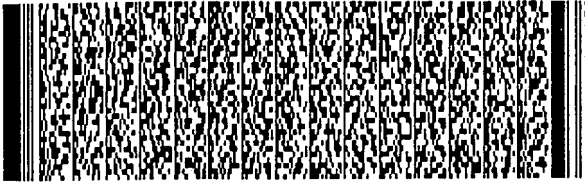


第 10 圖



第 11 圖

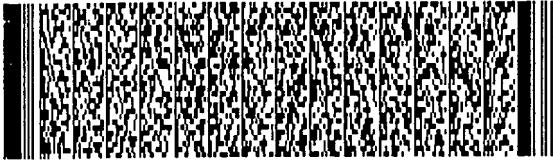
第 1/19 頁



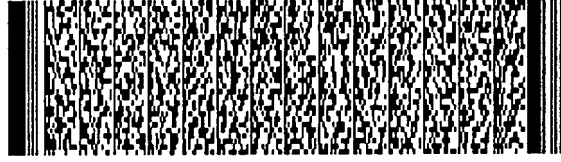
第 2/19 頁



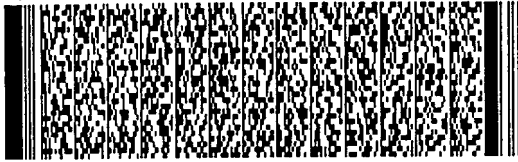
第 3/19 頁



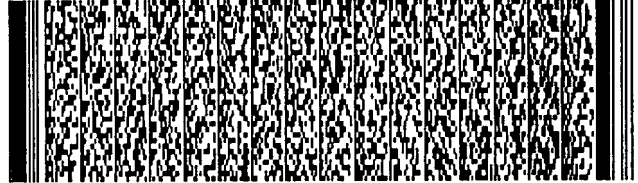
第 3/19 頁



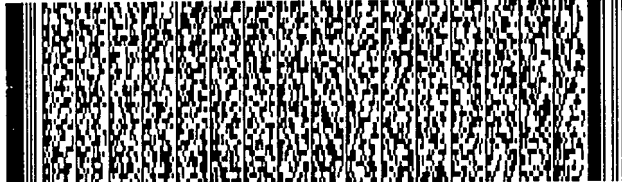
第 4/19 頁



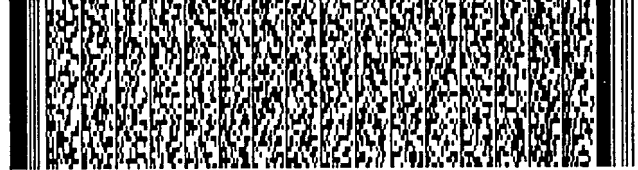
第 6/19 頁



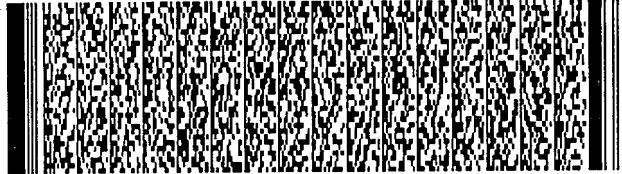
第 6/19 頁



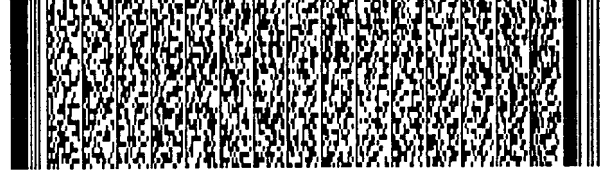
第 7/19 頁



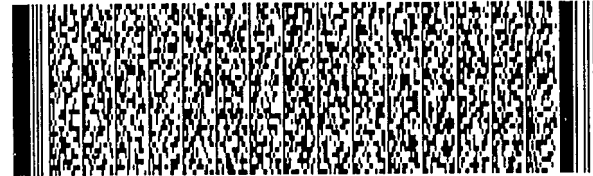
第 7/19 頁



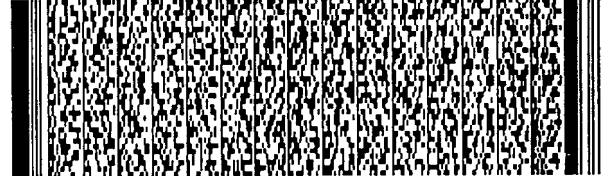
第 8/19 頁



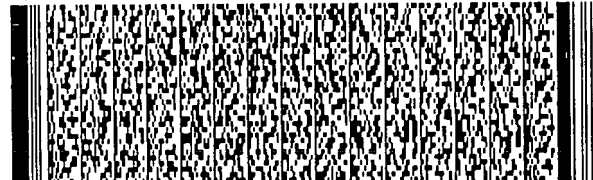
第 8/19 頁



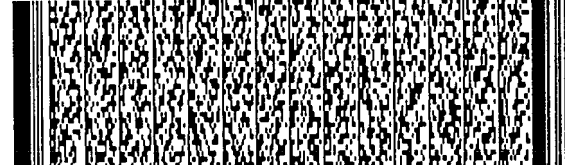
第 9/19 頁



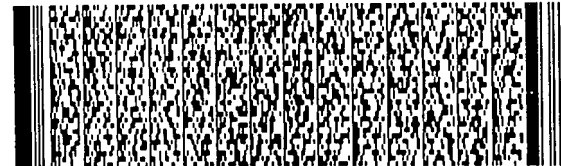
第 9/19 頁



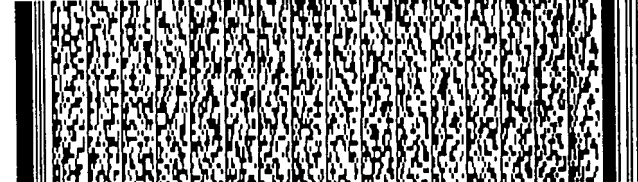
第 10/19 頁



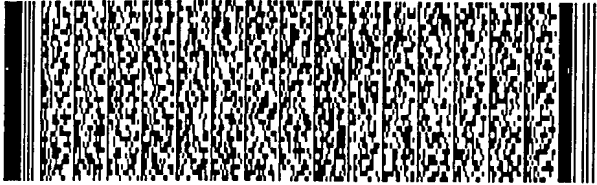
第 10/19 頁



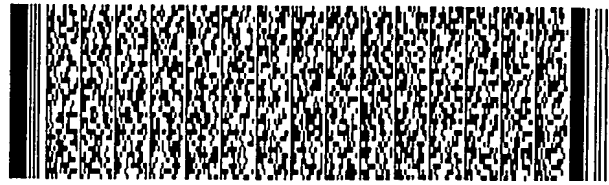
第 11/19 頁



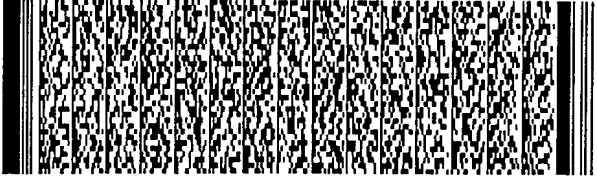
第 12/19 頁



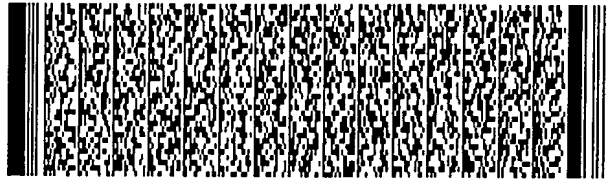
第 12/19 頁



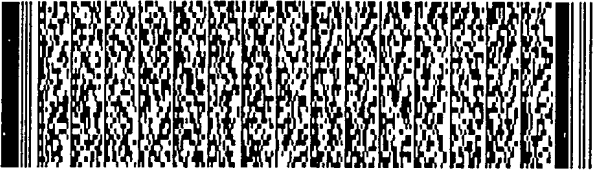
第 13/19 頁



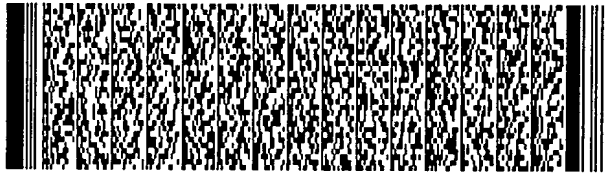
第 13/19 頁



第 14/19 頁



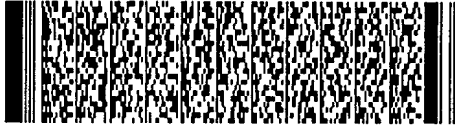
第 14/19 頁



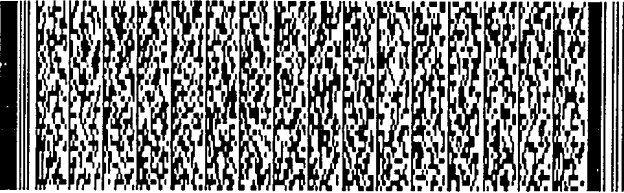
第 15/19 頁



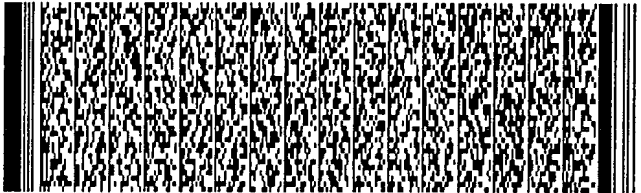
第 16/19 頁



第 17/19 頁



第 18/19 頁



第 19/19 頁

